DOI:10.16016/j.1000-5404.2001.01.015
第23卷第1期 第三军医大学学报 Vol. 23, No. 1
2001年1月 ACTA ACADEMIAE MEDICINAE MILITARIS TERTIAE Jan. 2001

文章编号:1000-5404(2001)01-0031-02

论著

兔肢体火器伤骨骼肌组织能量代谢与脂质过氧化物的变化

陈志强,赖西南,陈 蕾,张良潮 (第三军医大学附属大坪医院野战外科研究所第六研究室,重庆 400042)

提 要:目的 探讨软组织火器伤时肌肉组织的能量代谢变化。方法 采用兔肢体火器伤模型,测定致伤前后不同区域与不同时间骨骼肌组织的Na^+-K^+-ATP酶活性变化。结果 致伤平均传递能量为(1.03±0.33)J,骨骼肌Na^+-K^+-ATP酶活性伤后3 h下降,6~12 h回升,24 h再次下降,ATP含量变化与Na^+-K^+-ATP酶活性变化呈正相关,而骨骼肌丙二醛(Malondialdehyde,MDA)含量伤后明显上升。结论 火器伤后12 h内进行伤口的初期外科处理,是减少伤后骨骼肌能量代谢障碍的最佳时机。

关键词:火器伤;肌组织;Na^+-K^+-ATP酶
中图法分类号:R826.5;R337.1 文献标识码:A

Changes of energy metabolism and lipid peroxidation in skeletal muscles of rabbit limbs wounded by firearm

CHENG Zhi-qiang, LAI Xi-nan, CHEN Lei, ZHANG Liang-chao (Research Institute of Field Surgery, Daping Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400042, China)

Abstract: Objective To explore the changes of energy metabolism in skeletal muscles resulting from firearm. Methods The changes of Na^+-K^+-ATPase activity in wounded skeletal muscles of different areas and at different time points were determined. Results The average transmission speed of the energy is 1.03±0.33 J/mm from the wound tract to the surroundings. The activity of Na^+-K^+-ATPase in skeletal muscles was decreased in 3 h after wound, and recovered in 6 to 12 h, and then declined again in 24 h, which had a positive correlation with ATP content. While the malondialdehyde (MDA) content in the skeletal muscles was increased obviously after trauma. Conclusion The optimal time to manage the firearm wounds should be within 12 hours after the injury so that the energy metabolism dysfunction of skeletal muscles can be minimized.

Key words: firearm wounds; muscle tissue; Na^+-K^+-ATPase

Na^+-K^+-ATP酶(Na^+-K^+-ATPase)活性异常是创伤、烧伤、缺血-再灌流损伤中组织细胞损伤的重要酶学特点[1]。但目前尚无文献报道肢体火器伤时骨骼肌Na^+-K^+-ATPase活性有何异常。本实验以兔肢体软组织火器伤为实验模型,观察伤肢骨骼肌Na^+-K^+-ATPase活性的变化,探讨组织损伤的酶学机制。

1 材料与方法

1.1 动物与致伤方法

采用健康大白兔10只,雌雄不限,3%戊巴比妥钠(30 mg/kg)麻醉。用7.62 mm滑膛枪,发射质量为0.25 g、初速为600~800 m/s的钢珠,射距3.5 m;以激光测速装置测定钢珠靶前、靶后速度,计算传递能量。钢珠弹着点为兔后肢股部肌肉丰满处,避免直接伤及股骨、大血管及神经。伤后立即清创包扎止血,输入失血量3~4倍的平衡盐液。实验室温度为25 ℃。

1.2 测定指标

动物伤前及伤后3、6、12、24 h,分别沿肌纤维走向,手术切取距伤道边缘0.5 cm(A区)、1.5 cm(B区)和2.5 cm(C区)处的肌组织,立即置于液氮保存待测下述项目:采用改良的Goldberg法[2]检测Na^+-K^+-ATPase活性,虫荧光素酶发光法测定ATP含量;以暨南大学医学院提供的药盒测定脂质过氧化物的分解产物丙二醛(Malondialdehyde,MDA);以Lowry法测定样本蛋白含量,精密天平称取测组织重量。所有数据均用$\bar{x}\pm s$表示,组间比较采用t检验。

2 结果

2.1 钢珠弹初速度、能量和伤道情况

钢珠弹初速度为(775.24±45.93)m/s,靶后速度为(632.78±73.29)m/s,传递能量为(25.95±8.34)J,伤道长度平均为25mm,平均传递能量为(1.03±0.33)J。

2.2 骨骼肌Na^+-K^+-ATPase活性

伤后3 h下降,6~12 h回升,24 h再次下降的趋势。随着距伤道中心距离的增加,Na^+-K^+-ATPase活性的降低愈小,见表1。

2.3 骨骼肌ATP含量变化

伤后骨胳肌ATP含量变化与Na^+-K^+-ATPase活性变化趋势相似,两者呈明显正相关($r=0.79$,$P<0.01$);距伤道中心距离愈近,ATP含量愈低,见表2。

2.4 骨骼肌MDA含量变化

伤后各区骨骼肌MDA含量明显上升,MDA含量变化与Na^+-K^+-ATPase活性变化呈明显负相关,距伤道中心距离愈近,MDA含量愈高,见表3。

作者简介:陈志强(1963—),男,重庆市人,实验师,主要从事创伤病理、生理学方面的研究,发表论文8篇。电话:(023)68757466
收稿日期:2000-06-25;修回日期:2000-11-23

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表1 伤后骨骼肌 Na^+-K^+-ATPase 活性变化($\mu mol \cdot mg^{-1} \cdot h^{-1}$, $\bar{x} \pm s$)

Tab 1 Changes of Na^+-K^+-ATPase activities in skeletal muscle after trauma($\mu mol \cdot mg^{-1} \cdot h^{-1}$, $\bar{x} \pm s$)

Site of wound	n	Pretrauma	Post-trauma			
			3 h	6 h	12 h	24 h
A	10	0.67±0.113	0.076±0.011 **	0.111±0.010 **	0.423±0.044 **	0.251±0.022 **
B	10		0.10±0.010 **	0.160±0.040 **	0.468±0.058 **	0.299±0.022 **
C	10		0.156±0.029 **	0.216±0.030 **	0.595±0.052	0.395±0.034 **

**: $P < 0.01$ *vs* pretrauma

表2 伤后骨骼肌 ATP 含量变化(m_B/nmol·mg^{-1}, $\bar{x} \pm s$)

Tab 2 Changes of ATP contents in skeletal muscle after trauma(m_B/nmol·mg^{-1}, $\bar{x} \pm s$)

Site of wound	n	Pretrauma	Post-trauma			
			3 h	6 h	12 h	24 h
A	10	17.741±0.806	2.496±0.255 **	3.840±0.174 **	9.398±0.148 *	6.972±0.360 **
B	10		3.726±0.227 **	4.096±0.050 **	12.940±0.405 **	7.817±0.327 **
C	10		3.990±0.330 **	7.957±0.347 **	14.945±0.992 *	10.096±0.691 **

*: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$ *vs* pretrauma

表3 伤后骨骼肌 MDA 含量变化(m_B/nmol·mg^{-1}, $\bar{x} \pm s$)

Tab 3 Changes of MDA contents in skeletal muscle after trauma(m_B/nmol·mg^{-1}, $\bar{x} \pm s$)

Site of wound zone	n	Pretrauma	Post-trauma			
			3 h	6 h	12 h	24 h
A	10	4.376±1.271	11.940±1.499 **	16.953±2.027 **	10.712±1.282 **	13.395±3.693 **
B	10		5.984±1.694 **	11.690±3.352 **	6.931±2.443 **	10.906±1.242 **
C	10		4.514±0.970 **	10.526±3.840 **	9.199±1.849 *	6.688±2.375 **

*: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$ *vs* pretrauma

3 讨论

在现代战争中，四肢火器伤的发生率高达 40%～60%[3]，探讨肢体火器伤的病理生理特点，有助于提高早期救治水平。

本研究结果表明，肢体火器伤时骨骼肌组织 Na^+-K^+-ATPase 活性较伤前明显下降，甚至伤后 24 h 的C区酶活性也仅为伤前的 42.26%[1]。骨胳肌 Na^+-K^+-ATPase 活性抑制，可导致以下三方面的改变：一是细胞膜及线粒体、溶酶体等亚细胞器膜离子泄漏，膜内外离子梯度改变，钠水内流，细胞肿胀；二是激活 Na^+-Ca^+ 交换系统，导致钙超载，从而继发损伤骨骼肌细胞；三是减少蛋白质的合成，影响损伤组织细胞的修复，上述因素是伤区组织继发性损伤抑或修复愈合的关键。

肢体火器伤时，骨骼肌 Na^+-K^+-ATPase 活性改变的另一个重要特点表现在时相上，即呈伤后 3 h 下降，6～12 h 回升，24 h 再次下降的特点，这表明在伤后 12 h 内 Na^+-K^+-ATPase 活性改变处于可逆阶段。这一方面是由于局部灌流状况的改善，未损伤或损伤轻微的肌细胞酶活性代偿增强。病理观察已证实，肢体钢珠弹伤时损伤呈不均匀分布，即使在距伤道壁 0.5 cm 处也仅有20%的肌细胞死亡。伤后24 h Na^+-K^+-ATPase 活性及 ATP 含量再度下降，MDA 含量升高，其原因可能是组织代谢代偿失调，局部灌流状况再度恶化，氧自由基等细胞毒性因子生成增加，因此导致 Na^+-K^+-ATPase活性由功能紊乱进入不可逆的下降阶段，组织继发损伤将更加加重。

肢体火器伤时骨骼肌组织 Na^+-K^+-ATPase 活性下降的原因可能有以下三方面：一是致伤时投射物能量传递对酶活性造成直接以及间接抑制，投射物能量主要以撕裂、冲击波及瞬时空腔效应传递，可直接造成酶失活和强烈的膜去极化效应，抑制 Na^+-K^+-ATPase 活性。二是由于投射物伤造成的组织挫伤，震荡，周围血管损伤，微循环障碍，ATP 生成减少，可抑制 Na^+-K^+-ATPase 活性。三是组织出血、血肿的血红蛋白分解，Fe^{2+} 增加，进一步触发了氧自由基与生物膜不饱和脂肪酸的过氧化反应，从而抑制细胞膜酶活性[5]。

综上所述，肢体火器伤骨骼肌 Na^+-K^+-ATPase 活性较伤前明显下降，波及范围广，并在伤后 12 h 内呈可逆性变化。Na^+-K^+-ATPase 活性变化与投射物传递能量的直接抑制和继发的 ATP 生成障碍，以及氧自由基等毒性因子的生成增加和抗氧化酶活力下降有关，因此对肢体火器伤的处理，除应尽早在伤后 12 h 内完成初期外科处理外，应积极开展抗感染、抗氧化、抗缺氧以及调节局部能量代谢的非外科处理措施，以减少继发损伤。

参考文献：

[1] 陈志刚，朱 诚，江基尧，等. 大鼠颅脑液压损伤后脑组织内 Na^+-K^+-ATP 酶活性的变化[J]. 中华创伤杂志，1996，12(2)：82－83.

[2] 顾玉东，李继峰，袁 伟，等. 离断肢体血管与肌肉保护的实验研究[J]. 中华创伤杂志，1996，12(1)：2－5.

[3] 赖西南. 波黑战争中肢体火器伤救治的某些特点[J]. 人民军医，1997，40(8)：444－445.

[4] 王清华，王宪荣，徐如祥. 大鼠急性创伤性脑水肿脑组织 Na^+-K^+ ATP 酶活性及超微结构改变[J]. 第一军医大学学报，1995，15(3)：231－232.

[5] 冉擎力，司良毅，王国超，等. 缺血预处理对大鼠心肌离子泵、离子及氧自由基的影响[J]. 第三军医大学学报，1998，20(4)：333－335.

（编辑 陈聪连）

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net